

# Introduction à l'analyse multicritère

Prof. Irène Abi-Zeid

Opérations et systèmes de décision  
Faculté des sciences de l'administration

Université Laval

21 octobre, 2025  
INRAE, Bordeaux



# Plan

---

- L'analyse multicritère
- Quelques projets récents
- Méthodes multicritères
  - Méthodes de critère unique de synthèse
  - Méthodes de surclassement
- Conclusion

# L'analyse multicritère

- Un terme générique pour décrire un ensemble d'approches **formelles** qui cherchent à prendre en compte de manière explicite des **critères multiples** pour **aider** les individus ou les groupes à explorer des **décisions** ou effectuer des évaluations
- Plus que des méthodes mathématiques
- On parle de processus de décision ou d'évaluation

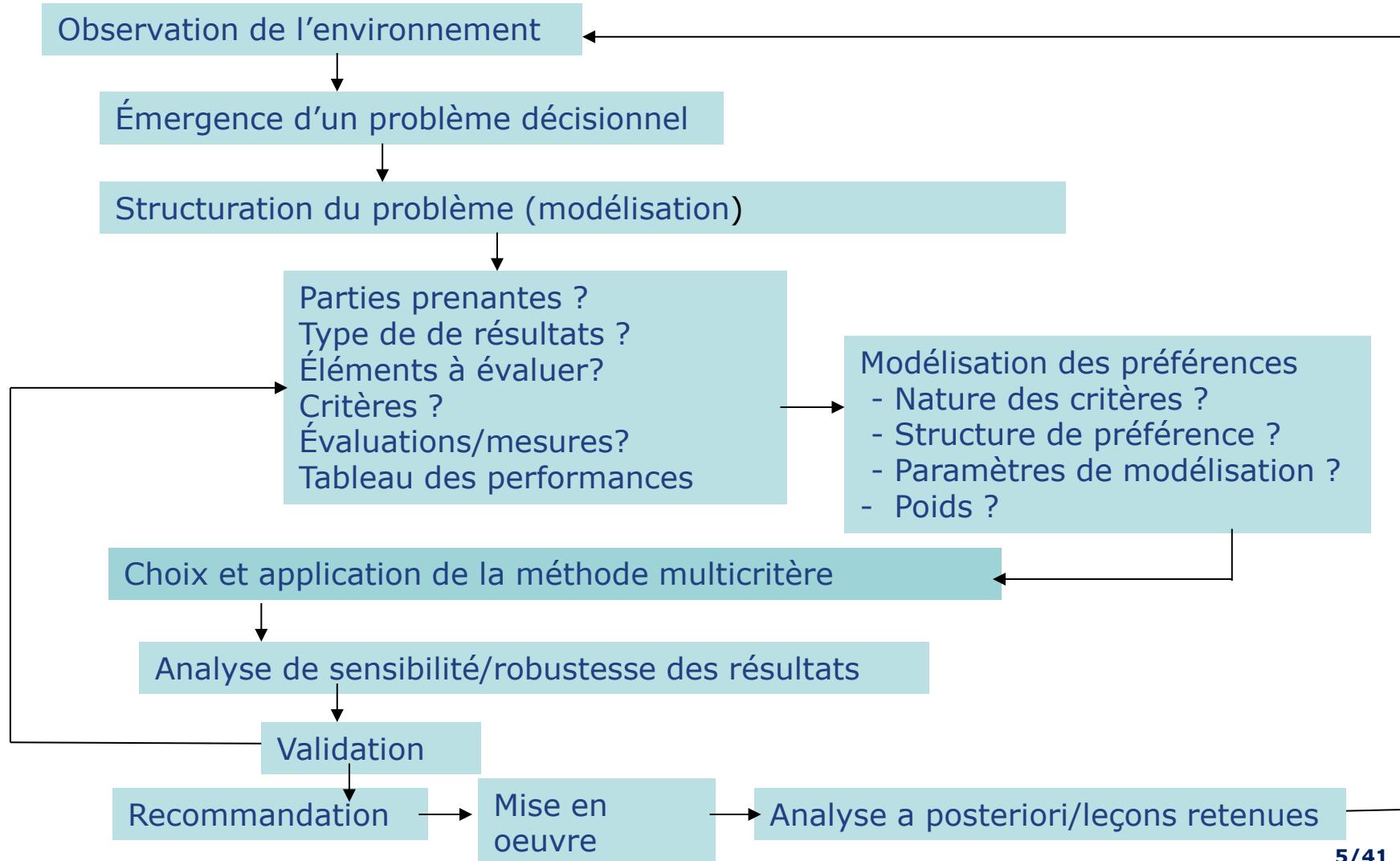
# L'analyse multicritère

## Processus multicritère

- Approche systémique
- S'étend sur une période de temps
- Plusieurs critères
- Plusieurs acteurs et parties prenantes
- Approche constructiviste: Ateliers de groupe facilités par une équipe de facilitateurs/analystes

# L'analyse multicritère

## Modèle d'un processus multicritère



# L'analyse multicritère

## Quand appliquer un processus multicritère?

---

- Les éléments (options, actions, stratégies, projets, interventions, scénarios...) ne peuvent être évalués sur une seule dimension
- Dimensions multiples: critères/attributs non-commensurables et contradictoires
  - dimensions économique, sociale, éthique, culturelle, politique, spirituelle et environnementale,...

# L'analyse multicritère Quand appliquer un processus multicritère?

- Données quantitatives et/ou qualitatives
- Acteurs et parties prenantes multiples (perspectives différentes)
  - Ceux qui ont un impact direct sur les décisions
  - Ceux qui sont impactés par les décisions
- Meilleurs compromis (pas d'optimum)

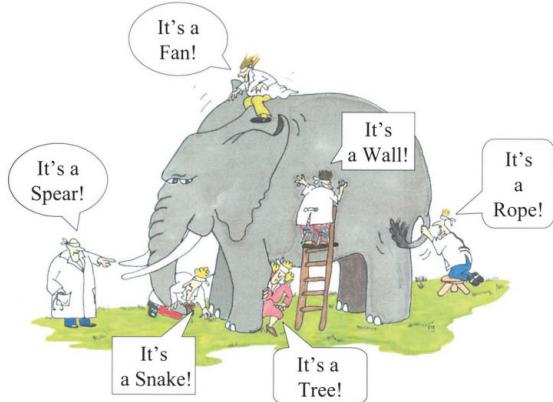
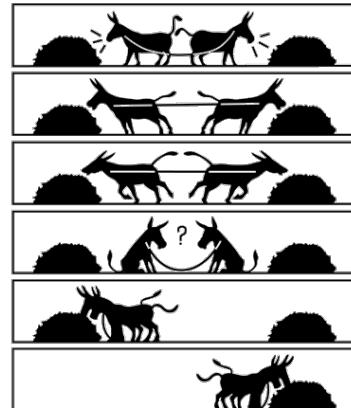


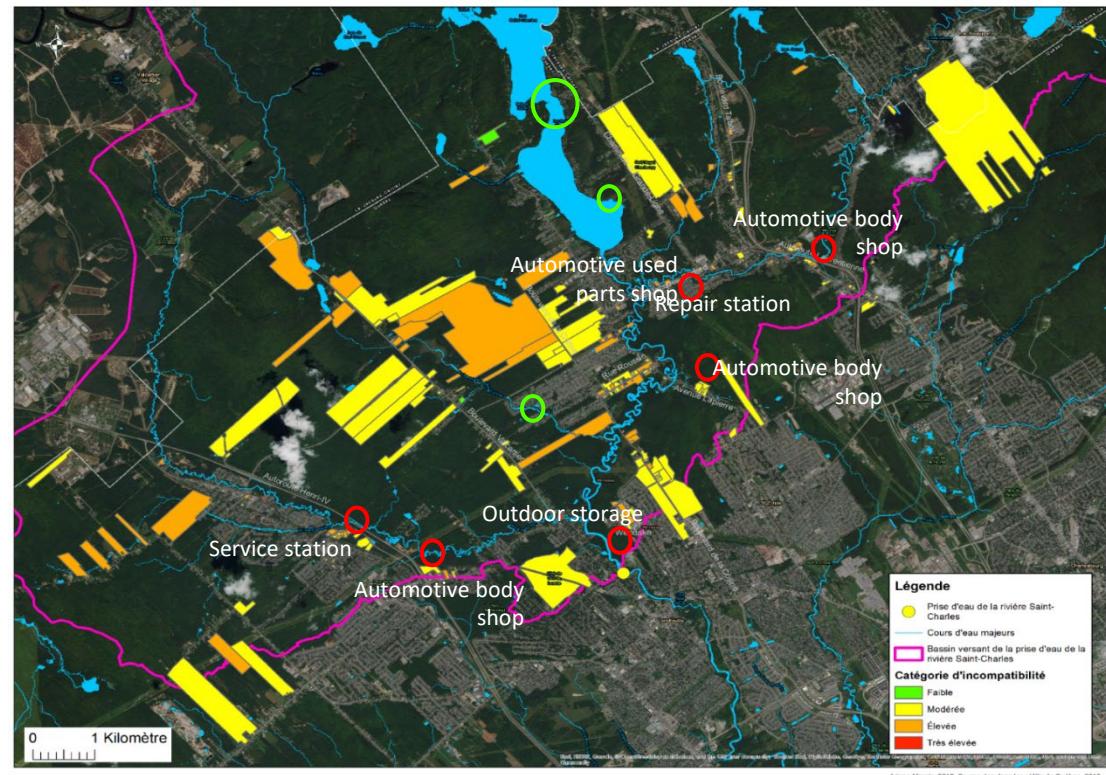
Fig. 1. *The blind men and the elephant*. Poem by John Godfrey Saxe (Cartoon originally copyrighted by the authors; G. Renee Guzlas, artist).



# QUELQUES PROJETS RÉCENTS

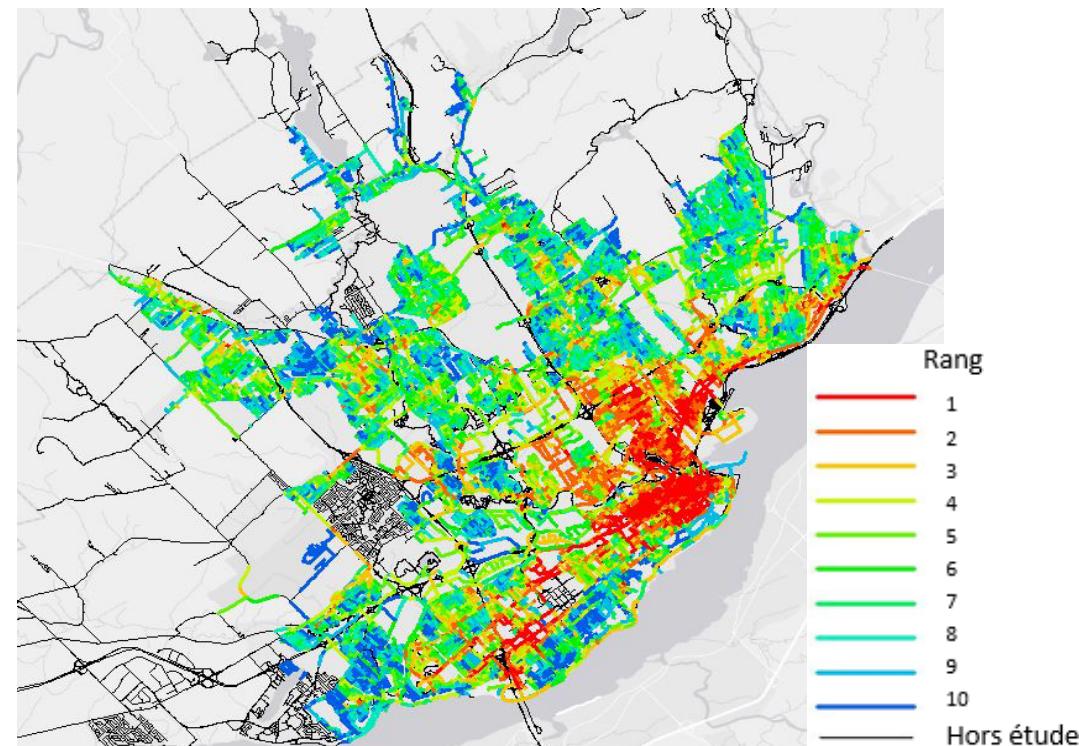
# Prioriser les interventions pour la protection de la source d'eau potable – ville de Québec

- Évaluer et classifier 207 propriétés (potentiellement contaminantes)
  - dans le bassin versant de la prise d'eau de la rivière Saint-Charles
  - en fonction de leur niveau d'incompatibilité avec la prise d'eau dans 5 catégories: Faible, modéré, élevé, très élevé



# Prioriser les rues à aménager en rues conviviales – ville de Québec

- Évaluer (score et décile) et visualiser le potentiel d'une rue à être réaménagée en rue conviviale
  - Selon la National Complete Streets Coalition, les rues conviviales doivent être accessibles, sûres et confortables quels que soient les modes de transport et les conditions physiques



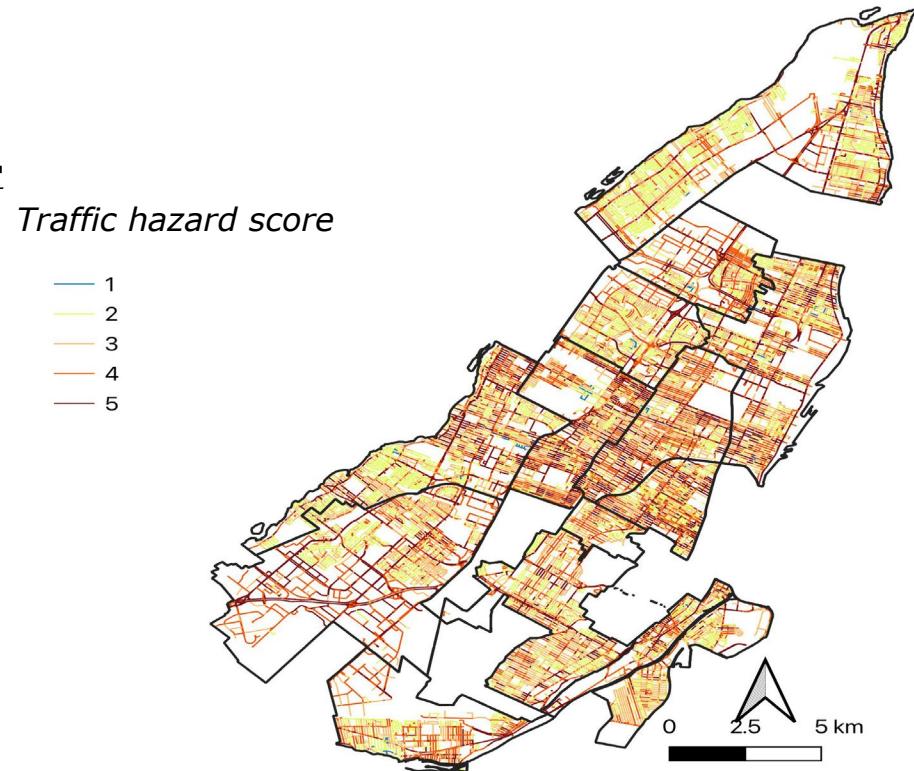
## Prioriser les interventions pour la conservation du patrimoine – ville de Québec (deux projets)

- Évaluer et assigner l'intérêt patrimonial des bâtiments
  - dans une des catégories d'intérêt: Exceptionnel, supérieur, bon, faible, nul
- Évaluer et assigner la pertinence, de types de travaux/secteur, d'être assujettis à la Commission d'Urbanisme et de Conservation Québec (CUCQ)
  - dans une des catégories de pertinence: Nulle, faible, très faible, moyenne élevée, très élevée



## Évaluation du risque du traffic pour les enfants

- Évaluer (score) et visualiser le niveau de risque du traffic (*hazard*) des segments dans une de 5 catégories de 1 à 5;
  - 5 étant le plus haut niveau de risque
- Actuellement, en train de valider un modèle pour évaluer les interventions aux intersections près des écoles



# Prioriser les scénarios d'aménagement des forêts pour assurer la durabilité – Bureau du Forestier en Chef

- Évaluer (score) et prioriser des scénarios d'aménagement des forêts dans une perspective de durabilité sur 150 ans
  - dans un contexte d'incertitude sur les changements climatiques et les feux de forêts



# Développer et prioriser des scénarios pour la protection des bélugas dans l'estuaire du St-Laurent

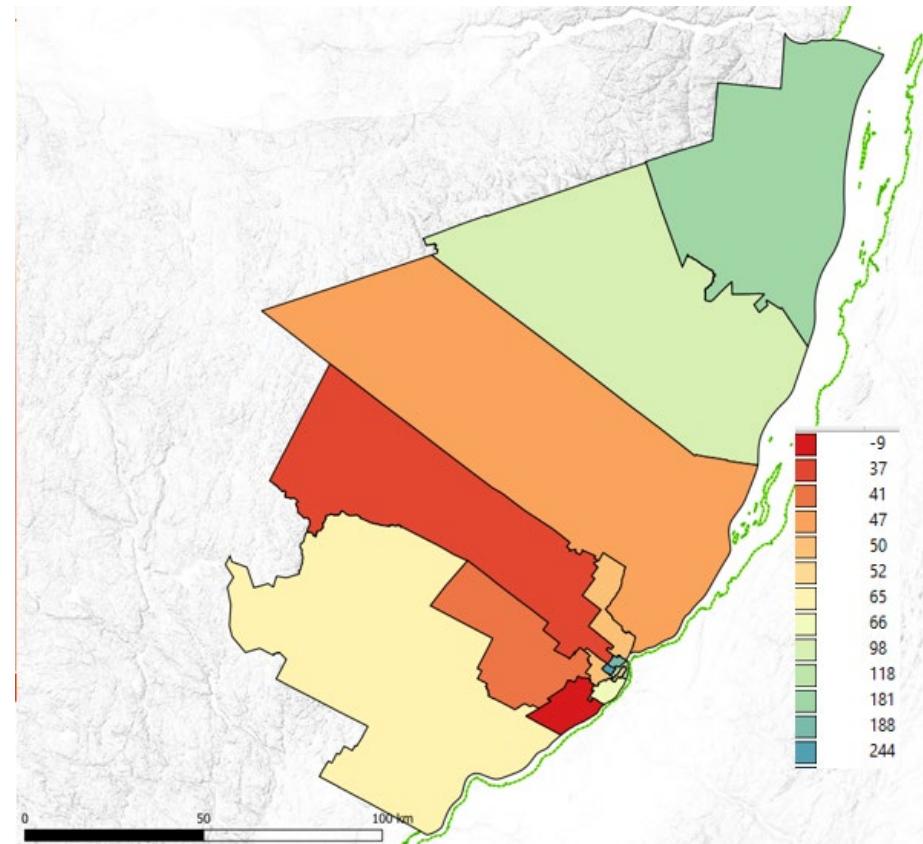
- Co-construire et évaluer des options pour la cohabitation de la navigation de plaisance et des bélugas



<https://gremm.org/en/photo-gallery/>

# Allouer les budgets parmi les territoires du centre intégré universitaire de santé et de services sociaux - Capitale Nationale)

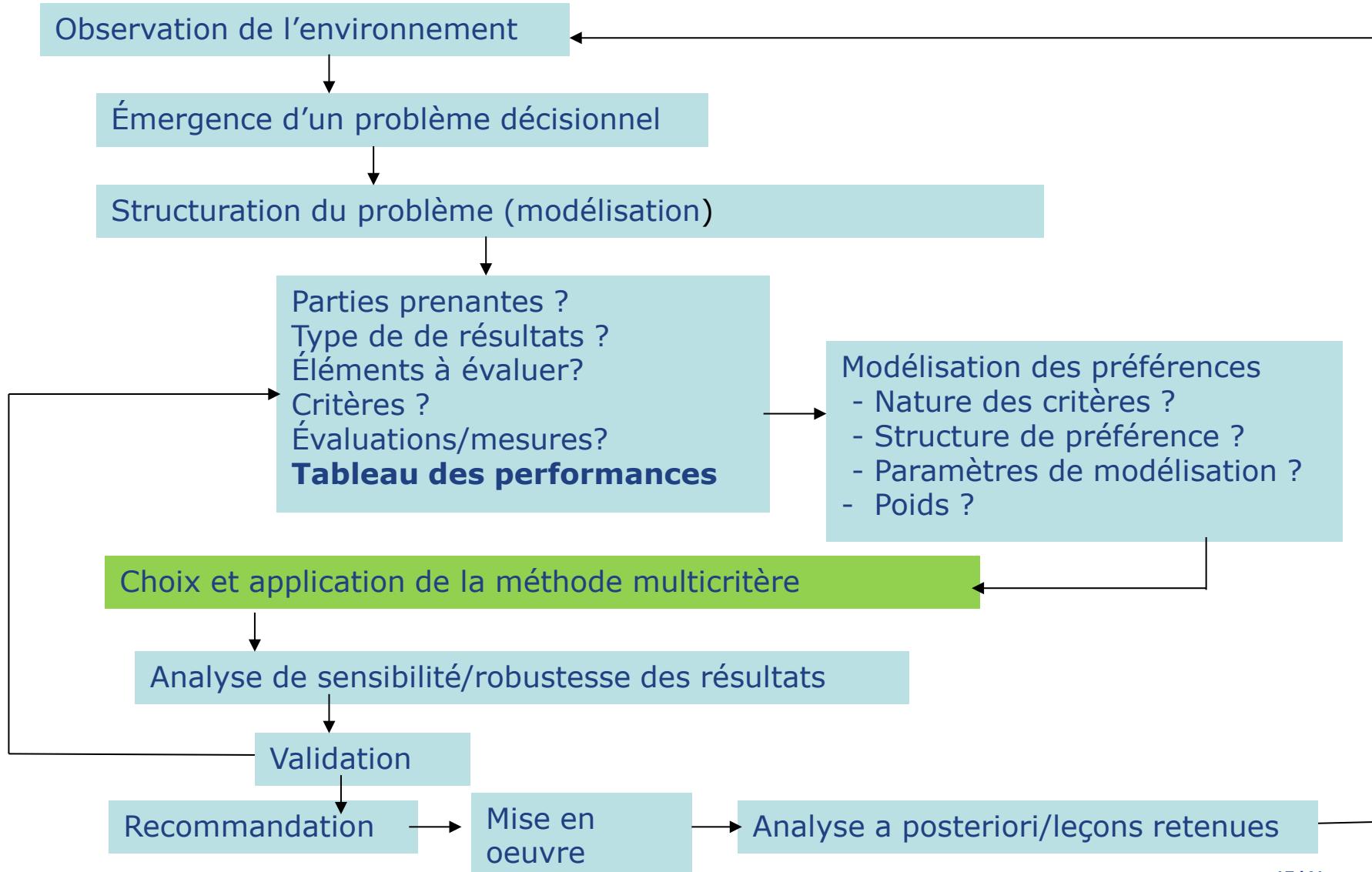
- Évaluer (score) la vulnérabilité de 14 territoires du sur la base des familles ayant des enfants 0-5 ans
  - pour répartir le budget du programme des Services Intégrés en Périnatalité et pour la Petite Enfance sur la base du score de vulnérabilité



# MÉTHODES MULTICRITÈRES

# L'analyse multicritère

## Modèle d'un processus multicritère



# Méthodes multicritères

- Types de résultats attendus:
  - Tri ordonné (classification) dans des catégories prédefinies
    - Très prioritaire, prioritaire, faiblement prioritaire, pas du tout prioritaire
  - Rangement (classement)
    - Candidats à un poste
  - Portefeuille
    - Choix d'un sous-ensemble de projets en tenant compte des synergies et des interactions – gestion des actifs
  - Choix d'un sous-ensemble contenant les meilleures options
    - Étudiants à qui attribuer une bourse
- Plus de 250 méthodes...

# Méthodes multicritères

**Exemple: Évaluer et ranger les plans de voyage de Turin, Italie vers Québec**

<b>Options (Billets)</b>	<b>CRITÈRES</b>				
	Prix (€)	Durée (heures)	Confort	Heure d'arrivée	Mode de transport
Air France (AF)	824	15		01:30 lendemain	2 Air et 1 Bus Montréal
United Airlines (UA)	895	18		21:50	2 Air Montréal
Lufthansa (LH)	875	13,25		14:29	3 Air Montréal
Alitalia (AZ)	880	14,5		23:15	2 Air Toronto

## Confort

AF: très bonne nourriture, bon divertissement, personnel très amical, espace jambes moyen

LH: nourriture acceptable, bon divertissement, personnel peu amical, espace jambes moyen

UA: très mauvaise nourriture, personnel désagréable, aucun divertissement, espace jambes restreint

AZ: bonne nourriture, divertissement acceptable, personnel amical, espace jambes moyen

# Méthodes multicritères

## Échelles de mesure des critères

- **Très importantes:** celles-ci conditionnent le type de méthode que nous pouvons appliquer
- Ordinale: On peut établir un ordre sans pour autant pouvoir mesurer l'intensité des différences (très difficile, difficile, facile, très facile)
- Intervalle: En plus de définir l'ordre, on peut mesurer la distance entre les classes. Origine et unité peuvent être arbitraires (température en degrés Celsius)
  - On doit définir une unité en fonction d'un repère
- Ratio: échelle intervalle avec origine fixe. Les positions entre les objets ne dépendent pas de l'unité de mesure mais de la distance par rapport à l'origine qui est non arbitraire (e.g. prix)

# Méthodes multicritères

## Type de critères/attributs

- Naturel
  - Coût, durée...
- Construit à l'aide de nombreux indicateurs ou de nombreuses dimensions proches
  - Indice de qualité de vie
  - Indice de pauvreté
- Proxy (substitut)
  - Mesure les effets sur la santé par la concentration d'un polluant

# Méthodes multicritères

## Tableau des performances

- Construire un critère pré-suppose que l'on ait les moyens d'associer à chaque option son évaluation sur le critère donné
- Les règles de calcul peuvent être simples ou compliquées, elles peuvent nécessiter une simulation et une modélisation, des enquêtes, une évaluation personnelle subjective ou un sous-processus multicritère en soi
- Un critère doit avoir un sens de « préférence »

# Méthodes multicritères

## Notion de valeur

- Le tableau des performances nous donne les évaluations des options par rapport aux critères
  - Il ne nous dit pas à quel point une performance est souhaitable
  - Que signifie une durée? Quelle valeur a-t-elle pour moi?
- Concepts de pire et meilleur sont basés sur les « **valeurs** » des participants au processus multicritère
  - On parle aussi de préférences
- La question se pose:
  - Comment évaluer/comparer en termes de préférences/valeurs?

# Méthodes multicritères

**Exemple: Évaluer et ranger les plans de voyage de Turin, Italie vers Québec**

<b>Options (Billets)</b>	<b>CRITÈRES</b>				
	Prix (€)	Durée (heures)	Confort	Heure d'arrivée	Mode de transport
Air France (AF)	824	15		01:30 lendemain	2 Air et 1 Bus Montréal
United Airlines (UA)	895	18		21:50	2 Air Montréal
Lufthansa (LH)	875	13,25		14:29	3 Air Montréal
Alitalia (AZ)	880	14,5		23:15	2 Air Toronto

## Confort

AF: très bonne nourriture, bon divertissement, personnel très amical, espace jambes moyen

LH: nourriture acceptable, bon divertissement, personnel peu amical, espace jambes moyen

UA: très mauvaise nourriture, personnel désagréable, aucun divertissement, espace jambes restreint

AZ: bonne nourriture, divertissement acceptable, personnel amical, espace jambes moyen

# Méthodes multicritères

## Modélisation des préférences

---

- Deux composantes principales
  - Modèle de préférence partielle (locale) sur les critères individuellement:  
« désirabilité/attractivité » d'atteindre différents niveaux de performance (intra-critère)
    - Attractivité des différentes durées
  - Modèle d'agrégation des préférences partielles en préférence globale (inter-critère)
    - Plan Lufthansa versus Plan Alitalia

# Méthodes multicritères

## Deux grandes familles

- Méthodes (cardinales) de **l'approche du critère unique de synthèse**:
  - Évaluations intrinsèques des options
  - Un score final
  - Théorie de la valeur multi-attribut:
    - e.g. la méthode MACBETH (attractivité)
  - Autres méthodes: AHP (priorité), TOPSIS...

# Méthodes multicritères

## Critère unique de synthèse

- Somme pondérée – exemple typique
- Une option est globalement égale, meilleure ou pire qu'une autre
- Transitivité
- Pas d'incomparabilité entre les options
- Compensation totale entre les critères

# Méthodes multicritères

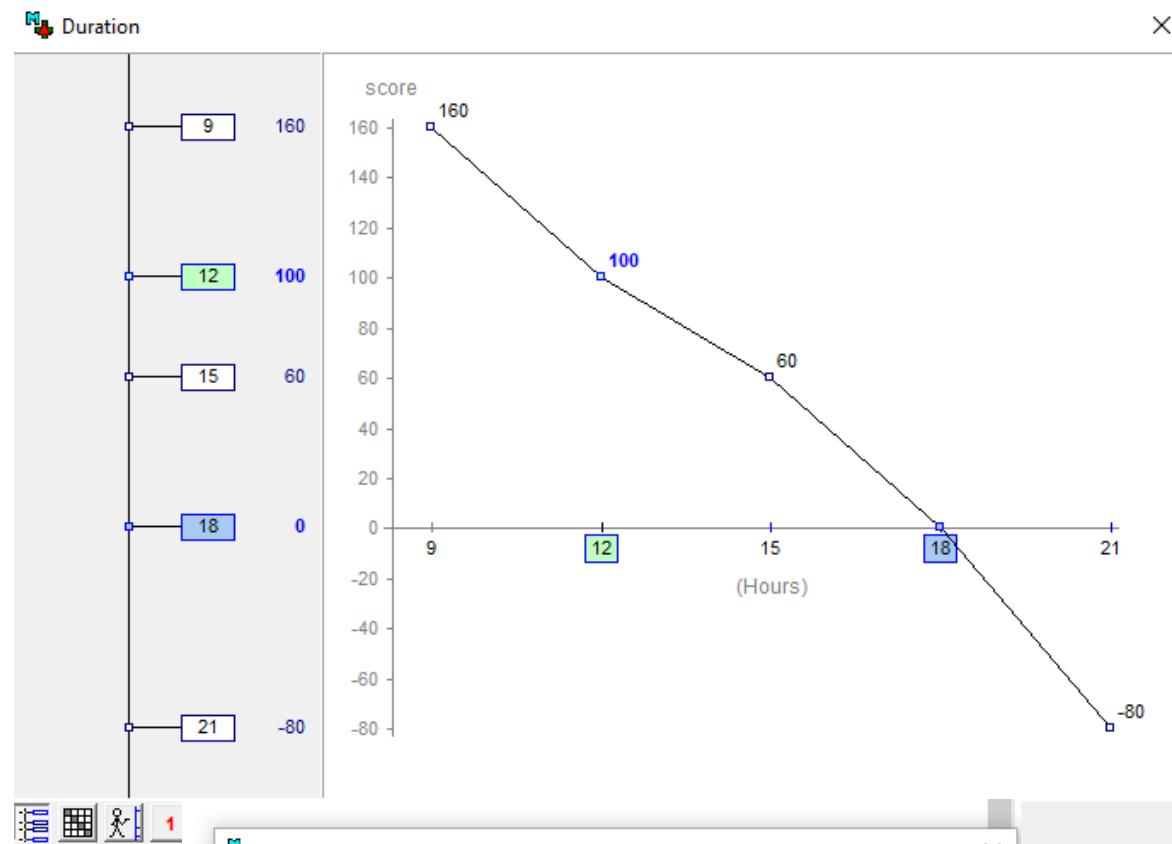
## Critère unique de synthèse

- Les critères doivent être sur des échelles cardinales (au moins intervalle)
  - Les préférences sont rarement linéaires: on construit l'échelle de valeur/attractivité suite à un questionnement des participants
  - Il faut définir une unité de valeur/attractivité de chaque critère: spécifier un repère pour chaque critère: ce qui est neutre (0) et ce qui est bon (100)
- Les poids ne reflètent pas l'importance des critères, ils dépendent de l'étendue des performances sur les critères

# Méthodes multicritères

## Critère unique de synthèse

### Fonction de valeur/attractivité du critère Durée



Duration

	9	12	15	18	21	Current scale	extreme
9	no	moderate	v. strong	positive	positive	160	v. strong
12		no	weak	v. strong	positive	100	strong
15			no	moderate	v. strong	60	moderate
18				no	strong	0	weak
21					no	-80	very weak

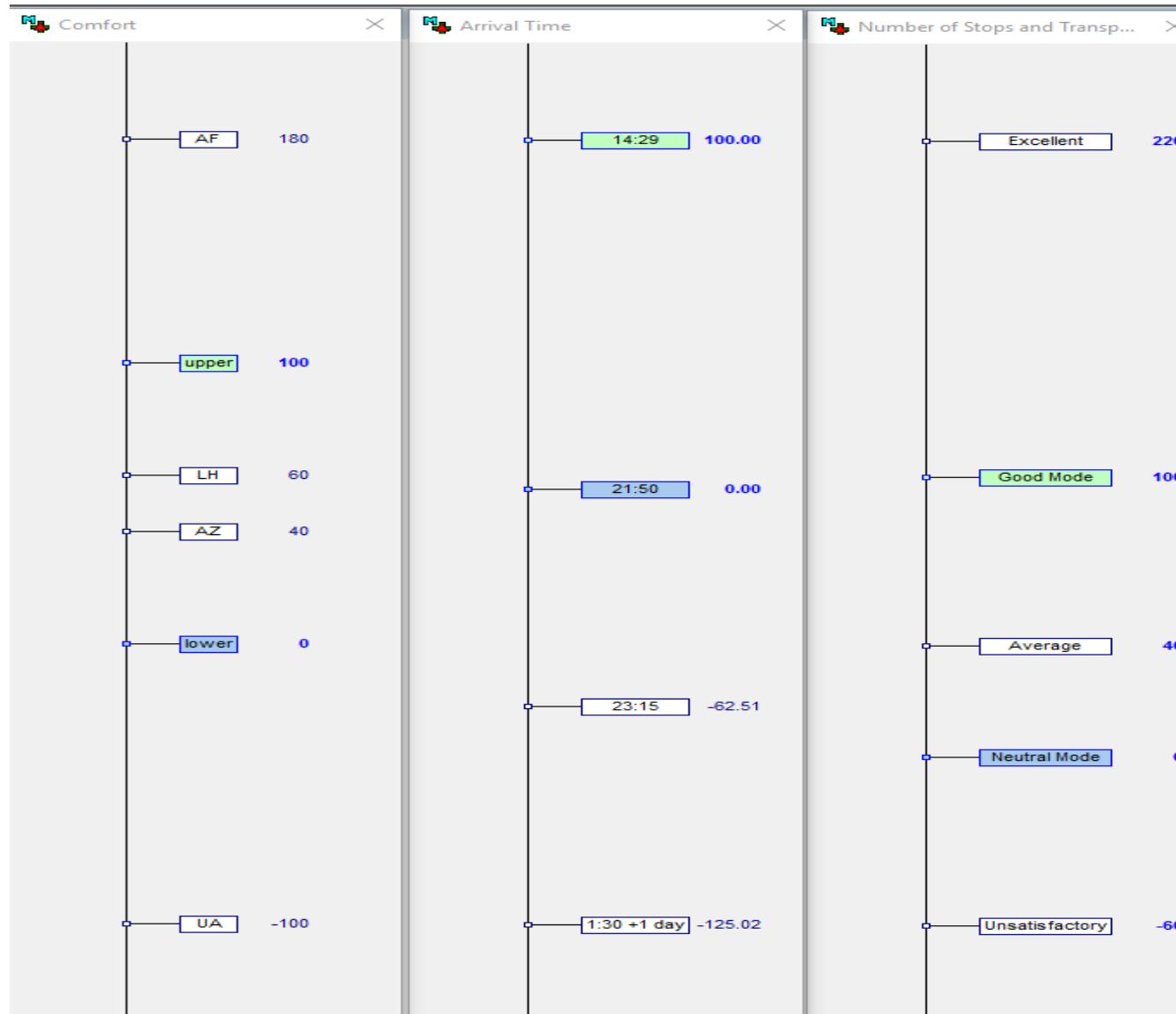
Consistent judgements

OK? DIFF MAC\_BETH DIFF MAC\_BETH

# Méthodes multicritères

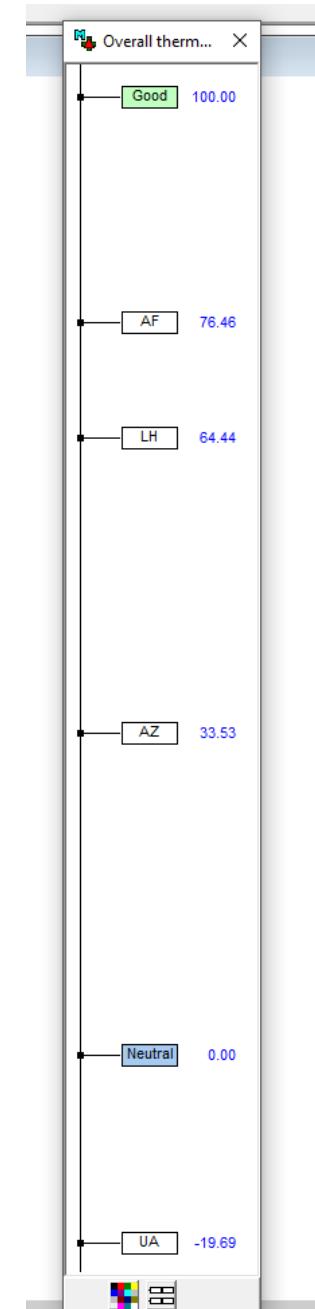
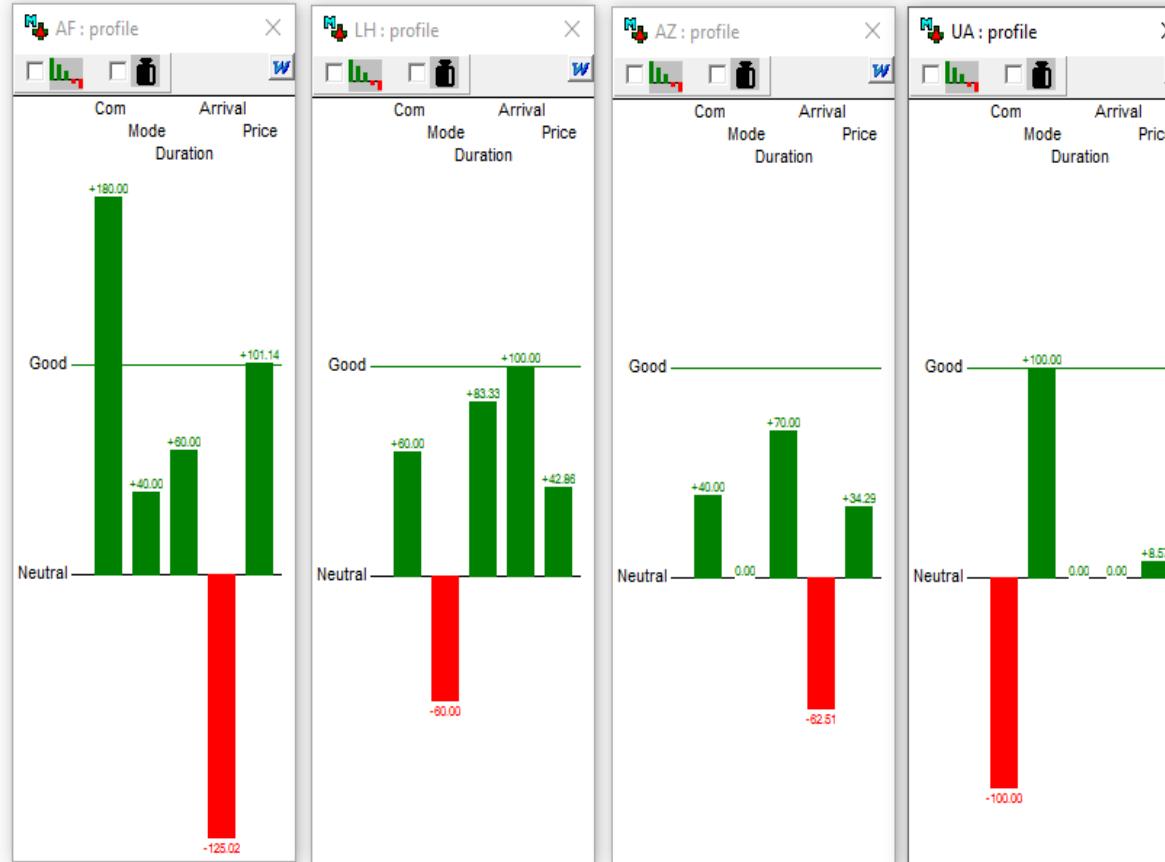
## Critère unique de synthèse

Fonction de valeur/attractivité des critères qualitatifs



# Méthodes multicritères

## Critère unique de synthèse



# Méthodes multicritères

## Deux grandes familles

- Méthodes (ordinales) de surclassement (Famille des méthodes ELECTRE)
  - Évaluations relatives
  - Il s'agit de comparer les options deux par deux pour construire une relation de surclassement: A surclasse B: A est « au moins aussi bonne que » B
  - Deux phases:
    - Construction de la relation de surclassement pour chaque paire d'options
    - Exploitation de la relation selon: choix, rangement, tri ordonné (classification)
  - Attention: Possibilité d'inversement de rangs pour le rangement

# Méthodes multicritères

## Méthodes de surclassement

- Compensation n'est pas souhaitable
- Lorsque les évaluations sont imprécises
  - Des seuils d'indifférence, de préférence stricte
- Des seuils de veto si on veut
- Poids reflètent l'importance du critère
- Transitivité non exigée
  - Incomparabilité possible
- Méthodes ordinales
  - Perte d'information

Options (Billets)	CRITÈRES				
	Prix (€)	Durée (heures)	Confort	Heure d'arrivée	Mode de transport
Air France (AF)	824	15		01:30 lendemain	2 Air et 1 Bus Montréal
United Airlines (UA)	895	18		21:50	2 Air Montréal
Lufthansa (LH)	875	13,25		14:29	3 Air Montréal
Alitalia (AZ)	880	14,5		23:15	2 Air Toronto

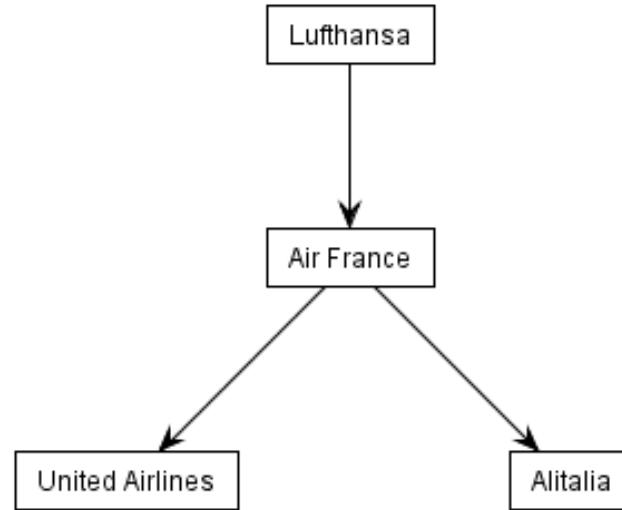
# Méthodes multicritères

## ELECTRE III - Rangement

```
Project: Torino-Quebec Dottorato - Result: <Configuration_1, Table_1, Flight tickets, Ø>
::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::
RESULT <Configuration_1, Table_1, Flight tickets, Ø>
::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::
Ascending distillation
1 : [Air France, Lufthansa]
2 : United Airlines
3 : Alitalia

Descending distillation
1 : Lufthansa
2 : Air France
3 : Alitalia
4 : United Airlines

Final ranking
1 : Lufthansa
2 : Air France
3 : [United Airlines, Alitalia]
```



Il faut être très prudent dans l'interprétation du classement final!

Project: Torino-Quebec Dottorato - Configuration\_1 - Outranking

Export CSV file P+ : outranks P- : is outranked by R : incomparable I : indifferent

[ ]	Air France	United Airl...	Lufthansa	Alitalia
Air France	I	P+	P-	P+
United Ail...	P-	I	P-	R
Lufthansa	P+	P+	I	P+
Alitalia	P-	R	P-	I

Logiciel MCDA-Ulaval gratuit: <https://mcda.fsa.ulaval.ca/fr/>

# Conclusion

## Avantages d'un processus multicritère

- Assure la transparence
- Aligné avec les valeurs et missions des organisations
- Assure la rigueur
  - Pas d'arbitraire
- Favorise l'acceptation sociale
- Augmente la légitimité des décisions

# Conclusion

## Avantages d'un processus multicritère

- Dissipation de certaines formes de malentendu dans la communication
- Cohérence des raisonnements, langage commun
- Débat, concertation, coordination
- Meilleure compréhension de la situation

# Conclusion

## Inconvénients d'un processus de multicritère

- Difficulté à réunir et assurer la présence des participants aux ateliers de groupe
- Effort cognitif peut être important pour les participants selon le type de méthode
- Durée du processus peut être longue
- Il faut bien connaître les méthodes
- Expérience en facilitation

# Conclusion

---

- Toutes les décisions sont multicritères
- Processus multicritère:
  - Processus socio-technique
  - Constructiviste
  - Ateliers participatifs de co-construction avec parties prenantes et facilitateurs
- Méthodes ordinales ou cardinales
- Pas de méthode parfaite

# Références autour des projets

- Abi-Zeid, I., Bouchard, N., Bousquet, M., Cerutti, C., Dupéré, S., Fortier, J., Lavoie, R., Mauger, I., Raymond, C., Richard, E., Savard, L. (2024). Multicriteria vulnerability index for equitable resource allocation in public health funding. *Canadian Journal of public health*, <https://doi.org/10.17269/s41997-024-00903-8>
- Abi-Zeid, I. & Cerutti, J. (2024), Multi-criteria decision aiding for built heritage value assessment: Model and application in Québec City, Canada. *Annals of Operations Research*, <https://doi.org/10.1007/s10479-024-06059-5>
- Marais A., Abi-Zeid, I., Rodriguez, M. J., & Lavoie, R. (2024). A Multicriteria Model for the Assessment of Source Water Contamination by Anthropogenic Activities to Support Land Use Management. *Environmental Modeling & Assessment*, <https://doi.org/10.1007/s10666-024-09964-y>
- Marleau Donais, F., Abi-Zeid, I., Waygood, O., and Lavoie, R. (2019). Assessing and ranking the potential of a street to be redesigned as a Complete Street: A multi-criteria decision aiding approach. *Transportation Research A: Policy and Practice*, 124, 1-19.

## Références supplémentaires

- Abi-Zeid, I., Marleau Donais F., & Jérôme Cerutti (2023). Multicriteria Decision Aiding – An overview of some challenges during interventions in real-life applications. In Norese, M.-F., De Vicente y Oliva M. A., Abi-Zeid, I. (eds) *Multicriteria Decision Aiding Interventions - Applications for Analysts*. Springer Cham. <https://doi.org/10.1007/bfb0057467>
- Bana E Costa CA, De Corte J-M, Vansnick J-C (2012) MACBETH. DE CORTE, J. M., & VANSNICK, J. C. (2012). *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 11(2) : 359–387.  
<https://doi.org/10.1142/S0219622012400068>
- **Belton, V., & Stewart, T. (2002). *Multiple criteria decision analysis: an integrated approach*. Springer Science & Business Media (pour commencer)**
- Cinelli, M., Kadziński, M., Miebs, G., Gonzalez, M., & Słowiński, R. (2022). Recommending multiple criteria decision analysis methods with a new taxonomy-based decision support system. *European Journal of Operational Research*, 302(2), 633-651

## Références supplémentaires

- Greco, S., Figueira, J., & Ehrgott, M. (2016). *Multiple criteria decision analysis*. New York: Springer
- Keeney, R. L. (2002). Common mistakes in making value trade-offs. *Operations research*, 50(6), 935-945
- Marais, A., & Abi-Zeid, I. (2021). *A Method to Identify, Characterize and Engage Relevant Stakeholders in Decision Processes*. Rapport de recherche, Université Laval, Québec, Canada, 57 pages. Faculté des sciences de l'administration, Université Laval <http://www.fsa.ulaval.ca/sirul/2021-001.pdf>
- Vieira, A. C., Oliveira, M. D., & e Costa, C. A. B. (2020). Enhancing knowledge construction processes within multicriteria decision analysis: The Collaborative Value Modelling framework. *Omega*, 94, 102047.



**"Of course we'll make a decision ...  
once we have considered the 5243 factors."**



**"All my decisions are well thought out."**

# Discussion